

Victor Goulart Pires

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FILÉS DE PESCADA (*Cynoscion striatus*) SOB IMERSÃO EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE TRIPOLIFOSFATO E NaCl.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência dos Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique Beirão

Florianópolis-SC
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária
da UFSC.

Pires, Victor Goulart

Avaliação físico-química de filés de Pescada (*Cynoscion striatus*) sob imersão em diferentes concentrações de Tripolifosfato e NaCl. / Victor Goulart Pires ; orientador, Luiz Henrique Beirão - Florianópolis, SC, 2014. 70 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos.

Inclui referências

1. Ciência dos Alimentos. 2. Pescado. 3. Controle de Qualidade. I. Beirão, Luiz Henrique. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos. III. Título.

Victor Goulart Pires

AValiação Físico-Química de Filés de Pescada (*Cynoscion striatus*) SOB IMERSÃO EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE TRIPOLIFOSFATO E NaCl.

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Ciência dos Alimentos” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Ciência dos Alimentos.

Florianópolis, 25 de março de 2014.

Prof^a. Dr^a. Roseane Fett
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^o Dr. Luiz Henrique Beirão
Orientador

Prof.^o Dr. Cesar Damian
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^o Dr. Michael Nunes Ramos
Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Lages

Prof^a. Dr^a. Maria Enói dos Santos Miranda
Universidade do Vale do Itajaí

(Já está impresso)

Aos meus pais que sempre me
apoiaram incondicionalmente em
minha formação pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

A Deus que me deu o dom da vida e forças para sempre estar em busca dos meus ideais.

À Universidade Federal de Santa Catarina por oportunizar meus estudos em um Programa de Pós-Graduação gratuito e de qualidade.

Ao professor Beirão que aceitou me orientar durante esses dois anos de mestrado.

Aos professores do programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos pelos ensinamentos e competência.

Ao professor Eduardo Carginin do IFSC pelo direcionamento metodológico.

À Pesqueira Pioneira da Costa que me recebeu de braços abertos na indústria, disponibilizando as matérias primas e as instalações para as análises de imersão.

Aos meus pais Mario e Edna, exemplos vivos de sabedoria e perseverança. Além de colocarem a mão na massa junto comigo, colaborando nas análises, são a minha maior fonte de inspiração. Obrigado por me ensinarem que aprender nunca é demais.

Aos meus irmãos Mariana e Gustavo pelo apoio e incentivo.

À minha família, aos avós, tios, tias, primos e primas pelo carinho recebido ao longo dessa caminhada.

Aos amigos pelo apoio e compreensão. A torcida de todos vocês foi colaboração preciosa.

Aos amigos que encontrei durante o Mestrado em especial ao Matheus, a Cleonice, a Sara, a Fabiana, a Fabíola, a Priscila e a Andressa pela amizade e os momentos de estudos que contribuíram incondicionalmente na minha formação como mestre, estando sempre dispostos nos momentos em que precisei.

A todos que de alguma forma contribuíram e estiveram presentes nessa jornada.

“Vitorioso não é aquele que vence aos
outros. Mas o que vence a si próprio.”
(Bruno Justica)

RESUMO

O objetivo desse estudo foi comparar o ganho de peso de filés de pescadinha (*Cynoscion striatus*) imersos em diferentes concentrações de Tripolifosfato e *Blends* e verificar a influência desses tratamentos nas análises físico-químicas de umidade, fosfato e proteínas totais. As amostras foram submetidas a quatro tratamentos distintos utilizando soluções aquosas de Tripolifosfato de sódio (TPFS) 2% (m/v) e 10% (m/v) e *Blends*, contendo TPFS com cloreto de sódio (NaCl) também a 2% (m/v) e 10% (m/v). Em cada tratamento foram imersos 37 filés, durante duas horas, totalizando 148 filés. Na sequência, os filés foram congelados durante 25 dias e pesados individualmente em três momentos: antes da imersão (in natura), pós-imersão e pós-descongelamento. Os resultados da gravimetria mostraram ganho de peso significativo em todos os tratamentos aplicados ($p>0,05$). Comparando-se os tratamentos de TPFS 2% (m/v) (9,28%) e *Blend* 2% (m/v) (8,38%), observou-se que as amostras imersas em $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ tiveram significativo ganho de peso ($p>0,01$). Nos tratamentos de TPFS 10% (m/v) (12,48%) e *Blend* 10% (m/v) (9,19%), as amostras que continham apenas TPFS agregaram maior aumento de peso significativo ($p>0,01$). Dos quatro tratamentos realizados, a solução contendo TPFS 10% (m/v) foi a que obteve maior peso na imersão (12,48%) perdendo menos água no descongelamento (3,72%). As análises físico-químicas de umidade, proteínas totais e fosfatos apresentaram diferenças significativas entre as pesagens nos quatro tratamentos ($p>0,01$), exceto nos tratamentos de *Blend* 2% (m/v) e 10% (m/v) que não apresentaram diferenças significativas no teor de fosfatos. Os quatro tratamentos, não ultrapassaram o padrão estabelecido pela circular nº13 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), de seis de janeiro de 1970, de até 0,5%(m/m) de TPFS a cada 100 g dos filés .

Palavras-chave: filé de pescadinha, congelamento, pesagem, imersão.

ABSTRACT

Weight gains of fillets of the striped weakfish (*Cynoscion striatus*) immersed in different concentrations of tripolyphosphate and Blends were compared and the influence of treatments in physical and chemical analyses of moisture, phosphate and total proteins was evaluated. Samples underwent four different treatments: sodium tripolyphosphate solutions 2% (w/v) and 10% (w/v) and Blends containing sodium tripolyphosphate with sodium chloride (NaCl) 2% (w/v) and 10% (w/v). Thirty-seven fillets, total 148 fillets, were immersed in each treatment for 2 hours. Fillets were kept frozen for 25 days and weighted individually at three moments: prior to immersion (in natura), post-immersion and post-defrosting. Gravimeter results showed significant weight gain in all treatments ($p>0.05$). When TPFS 2% (w/v) (0.28%) and Blend 2% (w/v) (8.38%) were compared, samples immersed in $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ revealed a significant weight gain ($p>0.01$). In treatments TPFS 10% (w/v) (12.48%) and Blend 10% (w/v) (9.19%), the samples with only TPFS had the highest significant weight increase ($p>0.01$). Solution with TPFS 10% (w/v) within the context of the four treatments had the greatest weight in immersion (12.48%) and the lowest loss of water in defrosting (3.72%). Physical and chemical analyses for moisture, total proteins and phosphate had significant differences in weight for the four treatments ($p>0.01$), with the exception of the treatments Blend 2% (w/v) and Blend 10% (w/v) which had no significant differences in phosphate rates. The four treatments did not exceed the standard established by Decree 13 by the Ministry of Agriculture, Cattle-raising and Supply (MAPA) published on the 6th January 1970, allowing up to 0.5% (w/w) TPFS for every 100 g of fillet.

Keywords: fillet pescadinha, freezing, weighing, immersion.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Pesagem e identificação dos filés.	43
Figura 2	Imersão dos filés.	44
Figura 3	Após imersão, filés drenando a água residual durante 30 minutos.	45
Figura 4	Valores médios referentes ao peso, em gramas, T0*, T1**, T2*** dos filés de pescada imersos em TPFS 2%.	50
Figura 5	Valores médios referentes ao peso, em gramas. T0*, T1**, T2*** dos filés de pescada imersos em TPFS 10%.	51
Figura 6	Valores médios em gramas referentes ao peso T0*, T1**, T2*** dos filés de pescada imersos em <i>Blend</i> 2%.	52
Figura 7	Valores médios em gramas referentes ao peso T0*, T1**, T2*** dos filés de pescada imersos em <i>Blend</i> 10%.	53
Figura 8	Interação dos filamentos da trama miofibrilar no processo de congelamento.	54
Figura 9	Percentual de umidade dos filés de pescada imersos no tratamento de TPFS 2% e 10%, Blends 2% e 10% e in natura.	56
Figura 10	Valores médios do teor de proteína, em gramas, dos filés de pescada imersos no tratamento de TPFS 2% e 10%, Blends 2% e 10% e in natura.	58
Figura 11	Percentual de fosfatos nos filés de pescada imersos no tratamento de TPFS 2% e 10%, Blends 2% e 10% e in natura.	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Aditivos que podem ser utilizados em pescados, de acordo com a legislação brasileira.	38
Quadro 2	Uso de fosfato em pescado, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária.	39
Quadro 3	Utilização de fosfatos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Estatística descritiva referente ao peso T0*, T1**, T2*** dos filés de pescada imersos TPFS 2%, valores em gramas.	49
Tabela 2	Estatística descritiva referente ao peso T0*, T1**, T2*** dos filés de pescada imersos em TPFS 10%, valores em gramas.	50
Tabela 3	Estatística descritiva referente ao peso T0*, T1**, T2*** dos filés de pescada imersos em <i>Blend</i> 2%, valores em gramas.	52
Tabela 4	Estatística descritiva referente ao peso T0*, T1**, T2*** dos filés de pescada imersos em <i>Blend</i> 10%, valores em gramas.	53
Tabela 5	Porcentagem de umidade dos filés de pescada imersos no tratamento de TPFS 2% e 10%, <i>Blends</i> 2% e 10% e in natura.	55
Tabela 6	Teor de proteína dos filés de pescada imersos no tratamento de TPFS 2% e 10%, <i>Blends</i> 2% e 10% e in natura.	57
Tabela 7	Percentual de fosfatos nos filés de pescada imersos no tratamento de TPFS 2% e 10%, <i>Blends</i> 2% e 10% e in natura.	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

CRA– Capacidade de Retenção de Água

ATP– Adenosina Trifosfato

NaCl– Cloreto de Sódio

UFSC– Universidade Federal do Estado de Santa Catarina

CCA– Centro de Ciências Agrárias

CAL– Ciência dos Alimentos

FDA– *Food and Drug Administration*

ADP– Adenosina Difosfato

ANVISA– Agência Nacional de Vigilância Sanitária

EUA– Estados Unidos da América

INS – Sistema Internacional de Numeração

CNS – Confederação Nacional de Saúde

TPFS – Tripolifosfato de Sódio

g – Gramas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.	25
1.1 OBJETIVOS.	27
1.1.1 Objetivo Geral.	28
1.1.2 Objetivos Específicos.	28
2 DESENVOLVIMENTO.	28
2.1 ÁGUA NO PESCADO.	28
2.2 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA.	28
2.3 INFLUÊNCIA DO RIGOR MORTIS.	29
2.4 PROCESSAMENTO DO PESCADO.	30
2.5 MARINAÇÃO DE CARNES.	32
2.6 FOSFATO EM PESCADO.	33
2.6.1 Aplicações gerais dos Fosfatos.	35
2.6.2 Fosfato nos filés de pescada.	36
2.7 EFEITO SINÉRGICO DA COMBINAÇÃO DE NaCl COM FOSFATOS.	36
2.8 CUIDADOS ASSOCIADOS AO USO DOS FOSFATOS.	32
2.9 LEGISLAÇÃO.	38
2.9.1 Considerações finais referentes ao uso dos Fosfatos.	38
2.10 CONGELAMENTO.	40
2.11 FILÉ DE PESCADINHA (<i>Cynoscion striatus</i>).	42
3 MATERIAL E MÉTODOS.	43
3.1 ORIGEM DO PESCADO.	43
3.2 GRAVIMETRIA.	43
3.3 IMERSÃO.	44
3.4 CONGELAMENTO.	45
3.5 DESCONGELAMENTO.	45
3.6 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.	45
3.6.1 Análise de Proteína.	45
3.6.2 Análise de Umidade.	46
3.6.3 Análise de Fosfato.	47
3.7 MÉTODOS ESTATÍSTICOS.	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.	49
4.1 GRAVIMETRIA.	49
4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.	55
4.2.1 Umidade.	55
4.2.2 Proteína.	57
4.2.3 Fosfato.	59

5 CONCLUSÃO.	61
6 REFERÊNCIAS.	62

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a análise do Ministério da Pesca e Aquicultura (2012), houve um aumento de 40% na ingestão de peixe dentre os brasileiros, entre os anos de 2003 a 2009. Conforme os dados coletados, o consumo de pescados subiu de 6,46 kg em 2003, para 9,03 kg por habitante/ano em 2009. O aumento da ingestão pode estar relacionado aos benefícios nutricionais que o pescado traz, ou seja; é rico em aminoácidos essenciais, possui proteínas de alta digestibilidade, com grande quantidade de ácidos graxos poli-insaturados, tendo função importante na prevenção de doenças cardiovasculares.

A comercialização do peixe no Brasil está voltada em grande parte para o pescado fresco. O peixe é um alimento de origem animal que apresenta entre 60% e 80% de água na sua composição. A água perdida durante a manipulação do peixe contribui de forma decisiva para sua deterioração e assim proliferação microbiana. De acordo com Santos (2006), a qualidade do produto final está diretamente relacionada às condições de manipulação, armazenamento e transporte do pescado capturado. Nesse sentido, é que a preservação do pescado torna-se fator primordial na manutenção da qualidade do produto para o consumo saudável.

A perda de água na industrialização e na estocagem é significativa para a determinação da qualidade e vida de prateleira dos produtos (SUNÉ et al.,2009). As proteínas mio fibrilares do pescado, após a captura, se desnaturam rapidamente sob a temperatura de refrigeração a 5°C e podem perder 80% da sua capacidade de retenção de água em até 5 dias. A deficiência ao proteger essas proteínas leva a uma significativa sobrecarga para encontrar um peso líquido indicado e consequências econômicas negativas para os processadores de pescado (LAMPILA, 1992; SCHNEE, 2004).

Os fosfatos tem a finalidade de restaurar a capacidade de retenção de água das proteínas, mantendo a umidade natural do produto e minimizando as perdas pelo gotejamento (*drip loss*) durante o armazenamento congelado, no descongelamento e na cocção. Entretanto, poucos estudos têm sido desenvolvidos em filé de peixe na análise de diferentes concentrações de fosfatos e *Blends* na solução de imersão.

Quando utilizados de forma inadequada, os fosfatos provocam ação excessiva da absorção da umidade que pode levar à fraude econômica. De acordo com a circular nº 13 do Ministério da

Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), de 6 de janeiro de 1970, é permitido até 0,5% de tripolifosfato a cada 100gr do filé.

Aplicados de forma criteriosa, os fosfatos retêm a umidade natural proporcionando produtos mais macios e suculentos. Os poli fosfatos nunca devem ser utilizados para mascarar um produto de qualidade inferior ou deteriorado (NETO; NAKAMURA, 2003).

Dessa forma, a capacidade de retenção de água pelas fibras do peixe é um fator que ainda não foi esclarecido. De acordo com Castro (2007), a capacidade de retenção de água (CRA) está diretamente relacionada à maciez dos produtos processados enquanto que a diminuição de tamanho e suculência tem relação com as perdas de água no armazenamento e cozimento do produto. Outros fatores, como a quantidade de gordura também influenciam diretamente na maior suculência e capacidade de retenção de água no pescado (OGAWA e MAIRA, 1999).

O consumidor final é diretamente afetado com um pescado que perde muita água, tanto em questão da perda de peso do produto, quanto em relação a sua qualidade. Essa perda de água pode alterar a textura, a coloração e a maciez das fibras do pescado, trazendo como consequência um produto de má qualidade.

Dessa forma, existe a necessidade da realização de estudos que visem melhorar a qualidade dos pescados consumidos dentro e fora do Brasil, seguindo rígidos padrões de qualidade. Como resultado, espera-se além de consumidores satisfeitos, o aumento considerável do valor agregado desses produtos, minimizando perdas durante o processamento industrial.

Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi analisar a influência da imersão em diferentes concentrações de Tripolifosfato e *Blends* no ganho de peso do pescado fresco. Através das análises físico-químicas de proteína, umidade e fosfato serão verificadas as influências das imersões em diferentes concentrações de tripolifosfato em relação ao pescado fresco e descongelado.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar o ganho de peso incorporado no filé de Pescadinha após o processo de imersão nas diferentes soluções de Tripolifosfato de sódio, *Blend* de Tripolifosfato de sódio e NaCl após o descongelamento.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Quantificar o ganho de peso dos filés de peixe Pescadinha (*Cynoscion striatus*), após a imersão de duas horas em Tripolifosfato de sódio, *Blend* de Tripolifosfato de sódio e NaCl. As duas últimas soluções nas concentrações de 2% (m/v) e 10% (m/v).
- Quantificar o ganho de peso dos filés de peixe Pescadinha (*Cynoscion striatus*), após a imersão em Tripolifosfato de sódio, *Blend* de Tripolifosfato de sódio e NaCl nas concentrações 2% (m/v) e 10% (m/v). após congelados durante 25 dias.
- Comparar a diferença de peso antes e após a imersão nas diferentes soluções e na sequência, no descongelamento.
- Determinar a quantidade de proteína, umidade e fosfato, antes e após a imersão e no descongelamento nas três soluções distintas.
- Verificar se a quantidade de fosfato no interior dos filés imersos nas soluções de Tripolifosfato de sódio, *Blend* de Tripolifosfato de sódio e NaCl estão na concentração de até 0,5% (m/m) de acordo com o Ofício circular n°13/70 n°009/2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), circular n°13 de 6 de janeiro de 1970.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 ÁGUA NO PESCADO

O pescado é constituído de proteínas, lipídios, sais minerais, vitaminas e água. Entretanto, o componente presente em maior quantidade no peixe é a água, ou seja, em torno de 66% a 84% com importante função no organismo (TAPIA, 2007).

A água é fundamental para a atividade muscular, uma vez que a pressão e descompressão, contração e relaxamento, somente são possíveis na presença da mesma. A relação água-proteína pode ser utilizada para determinar a quantidade de água adicionada à carne picada e aos embutidos. Sendo a água o meio universal das reações biológicas, sua presença afeta diretamente as reações que ocorrem na carne durante o seu armazenamento e processamento (GOMES, 2009).

O conteúdo e a distribuição de água no músculo dos peixes são importantes parâmetros de qualidade, porque eles influenciam a cor, textura e o valor comercial (GONÇALVES; RIBEIRO, 2009; TOLDRA 2003). O teor de água presente nos pescados ou simplesmente o peso líquido dos mesmos é um assunto complexo, exigindo atenção tanto das empresas quanto dos órgãos federais.

As más condições de manipulação, armazenamento e transporte do pescado fresco muito contribuem para a perda da qualidade e mesmo deterioração do pescado desembarcado. Neste caso está incluído o Brasil, onde o quadro é precário em quase todos os locais de descarga de pescado. As práticas tradicionais de passagem do pescado fresco através de um ou mais intermediários em sua viagem, do pescador ao consumidor final, também contribui decisivamente para a perda da qualidade e a deterioração do pescado fresco disponível ao consumidor nas feiras livres, mercados, peixarias e supermercados do país. A indústria também é prejudicada pelo recebimento de matéria prima de qualidade inferior a desejável e peso dos produtos alterados pela perda de água por exsudação (SANTOS, 2006).

2.2 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA

A espécie animal, a idade e a função do músculo são fatores que influenciam diretamente na capacidade de retenção de água. A capacidade de retenção de água é definida como sendo o potencial da carne de reter sua própria água durante a aplicação de forças externas,

tais: como cortes, aquecimento, trituração e prensagem (FORREST et al., 1979).

Segundo Lawrie (1977), uma das formas de manifestação da capacidade de retenção de água, se traduz pela exsudação (ou gotejamento) de líquido, observada na carne crua e não congelada. Na carne crua, a exsudação é mais comum em cortes recentes de carne de suínos e de aves.

Conforme Judge et al. (1989), a produção de ácido láctico, a perda de Adenosina Trifosfato (ATP), a instalação do rigor mortis e as modificações na estrutura celular associadas à atividade proteolítica das enzimas afetam negativamente a capacidade de retenção de água. Os referidos autores admitem relativamente à troca de íons, uma limitada melhora na capacidade de retenção de água que pode ocorrer devido a uma ligeira ascensão do pH.

Na produção industrial, a absorção de água pelo filé de peixe é provocada pela aplicação de sais, sobretudo o NaCl, e de fosfatos. A adição de polifosfatos no processamento de carnes, aumenta a CRA através de vários mecanismos, ou devido ao aumento da força iônica entre os filamentos musculares actinomiocina ou porque eles são potentes agentes formadores de complexos com os íons de cálcio. Há autores que associam aquele efeito à eliminação de Ca^{++} e Mg^{++} unidos aos filamentos (PARDI et al., 1996).

Através do uso de sais e fosfatos alcalinos é que a capacidade de retenção de água da carne é melhorada. O sal e os fosfatos tais como o Pirofosfato de sódio, o Hexametáfosfato de sódio e o Tripolifosfato de sódio ajustam o pH do sistema e favorecem a expansão das fibras da proteína da carne, permitindo a hidratação das mesmas. A água é mantida associada às proteínas miofibrilares nos sítios hidrofílicos da proteína (OLIVO; SOARES, 2006). Na concentração iônica elevada, o sal passa a exercer um efeito desidratante (PARDI et al., 2001).

2.3 INFLUÊNCIA DO RIGOR MORTIS

Logo após a captura/morte dos animais, ocorrem alterações em nível autolítico, químico, microbiológico e sensorial (HUSS, 1995). Para Pereda et al. (2005), alterações como a entrada de oxigênio que cessa e os produtos metabólicos não oxidados no sangue e nos músculos paralisam o sistema nervoso, ocorrendo liberação de muco. Neste momento, o peixe está em pré-rigor, período que dura de uma a duas horas, onde o glicogênio e o ATP estão combinados com a miosina,

conferindo ao peixe carne macia com pH médio de 7,0 (OLIVEIRA, 2004).

Passando o tempo de 2 horas, acontece o processo de rigor mortis, ocorrendo o enrijecimento do corpo do peixe devido à redução nos níveis de ATP na musculatura. O pós-rigor instala-se no momento em que a actinmiosina é degradada por enzimas proteolíticas, como a catepsina. Nesse estágio há o amolecimento da carne e, devido a hidrólise protéica surgem microorganismos endógenos e exógenos formando substâncias nitrogenadas voláteis e redutoras voláteis e o pH desce e após sobe para 6,8 (OLIVEIRA, 2004).

O alto teor de umidade desses animais, em torno de 66% a 84%, favorece a desnaturação das proteínas e a deterioração do peixe. Esta umidade pode variar de acordo com a espécie, época do ano, idade, sexo e estado nutricional. A maior parte da água presente no organismo desses aquáticos se apresenta sob a forma livre, imobilizada entre os tecidos, transportando nutrientes e produtos metabolizados, participando, também, do equilíbrio de eletrólitos e no controle da pressão osmótica.

Estudos comprovaram que a rápida queda do pH e o estabelecimento do rigor mortis com a temperatura do músculo acima do esperado, tem como consequência o aumento de perdas de água no músculo. Como consequência há a formação de carnes com propriedades funcionais inadequadas para o processamento (PIERTZAK et al., 1997; VAN LAAK et al., 2000).

2.4 PROCESSAMENTO DO PESCADO

O pescado é um dos produtos de origem animal mais suscetível ao processo deteriorativo, pois apresenta pH próximo à neutralidade, elevado teor de nutrientes, alta atividade de água e acentuado teor de fosfolipídios. Existem três fenômenos básicos na deterioração do pescado: a ação dos sucos gástricos, pois depois de morto as paredes intestinais do peixe são destruídas e os sucos digestivos atingem os tecidos musculares; a ação das bactérias que ocorre pelo fato das mesmas invadirem os tecidos musculares através das queimaduras dos sucos digestivos, aumentando o ritmo da deterioração e, pela ação das enzimas da pele que se tornam inteiramente destrutivas, começando a amolecer, digerir e desintegrar a carne, aumentando a penetração das bactérias na carne.

Pelo exposto é que após a captura ou despesca, os peixes são acondicionados em monoblocos ou em tanques com gelo na proporção

1:3, sendo transportados em veículos dotados de câmaras isotérmicas, com equipamento gerador de frio. Na recepção do pescado pelo estabelecimento industrializador, os peixes são submetidos a testes objetivando avaliar suas condições de frescor, tais como: avaliação sensorial, pH, cocção e temperatura. Após aprovados pelos controles na recepção, os pescados são acondicionados nas câmaras de espera à temperatura de aproximadamente 0°C ou são direcionados para a área produtiva, indo diretamente para a descamação, corte da cabeça e evisceração. Este processo pode ser manual ou mecanizado.

A próxima etapa é a filetagem, onde se faz uma incisão no dorso da cauda à cabeça, passando a faca bem rente à espinha, removendo a carne de um lado ao outro. Nesta etapa muitos fatores podem influenciar o rendimento do filé, entre eles estão: a espécie do peixe, o seu tamanho, a sua condição corporal, o método de filetagem, o ângulo do corte da cabeça, a firmeza da carne, a apresentação do filé exigida pelo cliente, a qualidade do corte das facas e, principalmente a habilidade técnica do filetador (ORNELLAS, 2001).

A qualidade final da carne depende de complexas situações que envolvem espécie, linhagem, genética, sexo, idade, alimentação, função do músculo e sua composição química, bem como dos fenômenos fisiológicos e bioquímicos que ocorrem momentos antes do sacrifício do animal, durante e após a instalação do rigor mortis (PARDI et al., 2001).

Após a filetagem é realizada a retirada da pele. Esta operação pode ser feita com a faca, cortando entre a pele e o filé, ou com o uso de máquinas especiais que retiram a pele. Depois de retirada a pele, o filé vai para uma linha de acerto final (“toillet”). Os filés prontos são acondicionados em embalagens à vácuo, ou em caixas térmicas, alternando com camadas de gelo convencional ou artificial do tipo “gel-pack” (KUBITZA, 2000).

Segundo Kubitza (2000), durante o processo de filetagem, cuidados devem ser tomados quanto às condições gerais de higiene das instalações e dos funcionários. Durante todo o fluxo, os peixes devem ser mantidos sob baixa temperatura e a sala deve ser refrigerada. Os resíduos da escamação e evisceração não devem entrar em contato com as fases seguintes do processo. O monitoramento da qualidade sensorial e microbiológica dos filés produzidos deve ser uma rotina dos frigoríficos. Em seguida, os filés passam pelo processo de congelamento.

2.5 MARINAÇÃO DE CARNES

A técnica de marinar carnes que consiste na incorporação de soluções com ingredientes funcionais e condimentos ao músculo, tem gerado uma grande variedade de produtos, aumentando o crescimento da demanda por produtos cárneos processados. A expressão “marinação” se origina de línguas latinas e, se refere à técnica de embeber carnes em salmouras. O processo de marinação visa a incorporação da água e agentes osmóticos quando estas são imersas em soluções pouco concentradas. O principal objetivo da marinação é agregar valor aos produtos cárneos melhorando suas características sensoriais, conferindo maior maciez e suculência aos mesmos (LEMONS et al., 1999). Embora ocorra bastante variação entre os diversos países em que é aplicada, tem-se por marinação a adição de sal, fosfatos e condimentos à carne (BJÖRKROTH, 2005). O uso de ingredientes não cárneos é defendido como forma simples de agregar valor, gerando diversos estudos (SHEARD; TAL, 2004; SCHIRMER et al., 2009). O cloreto de sódio (NaCl) é o principal ingrediente das soluções osmóticas utilizadas em produtos cárneos e tem a capacidade de solubilizar as proteínas miofibrilares, contribuindo para emulsificação da gordura e para o aumento da capacidade de retenção de água (VOLPATO, 2007).

As salmouras para marinados são soluções condimentadas que podem ser aplicadas na carne através de processo de imersão, massagem ou injeção, por um determinado período para proporcionar ganhos em termos de sabor, suculência, maciez e aumento do prazo de validade e de rendimento, o qual se bem controlado oferece benefícios aos fabricantes e aos consumidores, dando lugar a criação de produtos com alto valor agregado. A marinação promove um relaxamento das fibras musculares dando lugar a um produto mais tenro e facilmente mastigável (ZHENG et al. 2000).

A eficiência do processo de marinação depende do tipo de carne, afetando diretamente na facilidade de penetração e permanência do marinado entre as fibras da carne. A área de superfície de contato com a substância de marinação também influencia na quantidade absorvida. Filés ou cubos apresentam uma área de superfície maior que um corte inteiro, e conseqüentemente, apresentam melhor absorção (VIANA, 2005).

A marinação é aplicada de forma estática ou dinâmica. A forma estática é feita por imersão da carne na salmoura, quando os ingredientes penetram gradativamente por difusão, sem aplicação de força (DAUGUER, 2009). A maneira dinâmica é a mais comum e a mais

utilizada na indústria de carne, sendo realizada através da massagem ou da injeção. O método de massagem, realizado através de tambleamento gasta mais tempo que a injeção e eleva a temperatura pela movimentação dos pedaços de carne, necessitando um controle de temperatura ou equipamentos que permitem manter o produto em temperatura adequada (ASSIS, 2009).

A adição de soluções para marinar carnes, com a finalidade de incrementar sua qualidade, tem sido uma prática frequente em diversos países do mundo. Sal comum (NaCl) e fosfato são comumente utilizados, isolados ou combinados a fim de explorar sua ação sinérgica. A alta retenção da água adicionada e a aplicação de fosfatos não só aumenta o peso do produto, como também incrementa a suculência e a maciez da carne.

2.6 FOSFATO EM PESCADO

Como ocorre perda de água da captura do pescado até a industrialização, são utilizados os fosfatos para reter e hidratar o filé do pescado e assim garantir a sua qualidade. No entanto, excessiva adição de água pode levar à adulteração, resultando em fraude econômica, enquanto que um limite de água e a perda de água podem comprometer a qualidade, a vida útil e a aceitação do produto pelo consumidor.

O fosfato adicionado no pescado tem propriedades benéficas de retenção da umidade, preservando o sabor natural e inibindo a perda de fluídos durante a distribuição e a comercialização. A inibição do processo de oxidação lipídica (pela quelação dos íons metálicos), a estabilização da cor, e a crio proteção, proporcionam maior proteção contra o crescimento microbiano, estendendo a vida útil do pescado (SCHNEE, 2004; UNAL et al., 2006).

Apenas os fosfatos alcalinos são eficazes para melhorar a retenção de água, pois os fosfatos ácidos podem abaixar o pH e causar um encolhimento maior (OLIVO; SOARES, 2006).

Quando aplicados de forma criteriosa, os fosfatos retêm a umidade natural resultando em produtos mais macios e suculentos. Mas quando utilizados de forma inadequada, a absorção excessiva pode caracterizar fraude econômica, fato este que leva as instituições governamentais a realizarem constantes análises nas indústrias pesqueiras que utilizam fosfato. Os polifosfatos nunca devem ser utilizados para mascarar um produto de qualidade inferior ou deteriorado (NETO; NAKAMURA, 2003).

Nas aplicações em pescado, o fosfato mais utilizado é o Tripolifosfato de sódio puro, ou em misturas (*Blends*).

De acordo com a FDA (1993), o Tripolifosfato de sódio é um aditivo da família dos fosfatos mais utilizados na indústria de pescado com função umectante, ou seja, essas substâncias mantêm a umidade do produto.

As interações dos polifosfatos com o tecido muscular e o mecanismo de hidratação e tenderização da carne ainda não estão completamente entendidos, conforme Zheng et al., (1999).

Pesquisas têm mostrado que a ação dos polifosfatos nas fibras musculares pode ocorrer devido ao aumento do pH da carne, ao aumento da força iônica, a quelação de íons metálicos e a dissociação do complexo actomiosina, sendo que ainda não está muito bem esclarecido, necessitando de mais estudos a respeito. Os fosfatos são importantes componentes da carne, fazendo parte de algumas proteínas, de membranas celulares e participando de processos bioenergéticos, sob a forma de ATP, ADP e fosfocreatina. Sob a forma de polifosfatos, são amplamente utilizados como aditivos em produtos cárneos.

Os polifosfatos ajudam a solubilizar as proteínas musculares e a diminuir a acidez (elevam o pH da carne), preenchendo o espaço ao redor das proteínas resultando na manutenção de maior quantidade de água entre as mesmas (TEICHER, 1999).

O efeito do fosfato na retenção e ligação com as moléculas de água é devido a um efeito polianiónico específico ou de alteração da carga das proteínas do músculo. Esse efeito somente se alcança através de um grupo de fosfatos especiais chamados “difosfatos”, que fazem com que as proteínas atraiam as moléculas de água.

Os fosfatos tem a capacidade de sequestrar e quelar cátions metálicos como Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} e Fe^{3+} . A quelação de íons ajuda a inibir o desenvolvimento da rancidez oxidativa, e estabilizar a cor, considerando que a quelação do Ca^{2+} e Mg^{2+} também influencia a capacidade de retenção de água (TEICHER, 1999; NETO; NAKAMURA, 2003)

Na carne adicionada de fosfatos, o aumento da suculência e da maciez pode ser caracterizado pela edemaciação e enfraquecimento da fibra muscular, que levam à redução da força de cisalhamento.

Segundo Sheard e Tali (2004), essa redução é ainda mais intensa que a redução da força de cisalhamento gerada por outros fatores, como a influência da alimentação dos animais, maturação da carne, forma de suspensão das carcaças no abatedouro, estimulação elétrica das carcaças e forma de resfriamento.

Dentre os efeitos que a adição de fosfatos promove nos produtos cárneos, podem ainda ser citados o aumento significativo no pH, o retardamento da descoloração devido à estabilização da vitamina C e a concessão de propriedades antioxidantes, que pode ser refletida pela redução do número de ácido tiobarbitúrico nos produtos (LEE et al., 1998; DUSEK et al., 2003; SHEARD; TALI, 2004). Por outro lado, o fosfato solúvel, tanto do fosfato adicionado quanto do fosfato naturalmente presente na carne, pode esgotar íons metálicos importantes do ponto de vista nutricional, como cálcio e magnésio, daí a importância de se respeitar o limite legal para sua adição máxima (DUSEK et al., 2003).

2.6.1. Aplicações gerais dos Fosfatos

Conforme Thorarinsdottir et al. (2004), a efetividade dos fosfatos nas propriedades de retenção de água em produtos cárneos depende do tipo e da quantidade de fosfato, bem como do tipo do produto que foi processado com a adição do fosfato.

Os fosfatos geralmente são aplicados por imersão, spray, injeção ou tambleamento (massageamento) em solução de fosfatos em diferentes concentrações. A adição a seco também é utilizada em sistemas cárneos moídos. A maneira mais eficiente de aplicar o fosfato é através do tambleamento a vácuo. No entanto, tambleamento em excesso poderá acarretar em extração de proteínas antes da absorção da solução de fosfato (LAMPILA, 1992; UNAL et al., 2004).

De acordo com Aitken (2001) a maneira mais fácil de aplicar os fosfatos em produtos cárneos é por imersão com leve agitação para que toda superfície entre em contato com a solução.

Ultimamente, têm-se observado o uso crescente de sistemas contínuos de adição de fosfatos, além de métodos descontínuos que são muito utilizados, onde se faz a imersão do pescado em soluções com concentrações e tempos variáveis. Deve-se assegurar em qualquer sistema a aplicação uniforme do fosfato para garantir um bom rendimento (MARUJO, 1988; LAMPILA, 1992).

Os fosfatos são aplicados em soluções de 2 a 10% para obter ativação ótima das proteínas, o que resulta em aproximadamente 0,5% residual no produto final. Os fosfatos também podem ser aplicados por meio de gelo que tenha sido preparado com fosfato e água. As concentrações exatas e o tempo de tratamento dependem principalmente da espécie do pescado. O tratamento é mais eficaz logo após a captura e deve ser feito antes de qualquer tratamento térmico.

2.6.2. Fosfato nos filés de pescada

Os melhores resultados para filés ou pedaços de carnes cruas são obtidos com uma imersão ou lavado em solução de 2% a 6% de fosfato, até que o teor residual de fosfato atinja aproximadamente 0,5%. Algumas espécies necessitam menos de 1 minuto de tratamento para alcançar essa quantidade, mas outras não excedem esse nível, mesmo após uma exposição prolongada. As soluções de fosfato são muito eficazes e controláveis quando se utilizam em contato direto com a carne do peixe e não com o peixe inteiro, já que não penetra na pele ou nos ossos. Para uma melhor penetração na carne, um sistema de massageamento ou “tambleamento” a vácuo ou por injeção, pode ser utilizado, principalmente para espécies como atum, bagre e alguns mariscos (AITKEN, 2001; SCHNEE, 2004).

2.7 EFEITO SINÉRGICO DA COMBINAÇÃO DE NaCl COM FOSFATOS

O sal (NaCl) representa o condimento mais importante disponível, tendo aplicações intensas na indústria de carnes devido, também, às suas propriedades de conservação e de dissolução de proteínas (PARDI et al.,1996). Froning e Sackett (1985) em suas pesquisas demonstraram o efeito sinérgico do sal e fosfatos na carne, ou seja, proporciona maior rendimento, amplia a capacidade de retenção de água e melhora consideravelmente a textura.

Além de conferir sabor e conservar o produto, também possui um papel importante no aumento da capacidade de retenção de água, reduzindo a drenagem e as perdas no cozimento. O sal reduz o ponto isoelétrico das proteínas com o qual aumenta a separação entre as cadeias permitindo que os íons de cloro (carga negativa) se unam com as cadeias protéicas de carga positiva, incrementando assim a força repulsiva entre elas. Da mesma maneira, a matriz tridimensional das proteínas se abre, dando lugar para que um maior número de cargas fique exposto para unir-se à molécula de água. As proteínas da carne podem aumentar até duas vezes o seu tamanho em presença das concentrações de sal utilizado no processamento(XARGAYÓ et al., 2009).

No processamento de pescado, a solubilização do Tripolifosfato de sódio irá sofrer interferência se a água apresentar teores elevados de sal. Recomenda-se que os fosfatos sejam dissolvidos antes da adição de

sal, uma vez que o sal reduz a solubilidade dos fosfatos, e que se utilize uma mistura (*Blend*) de fosfatos compatível com a presença de sal (TEICHER, 1999).

Para alguns produtos, os fosfatos são aplicados com sal, para ajudar na melhor interação entre as proteínas e distribuir melhor o sabor. No entanto, o sal aumenta a pressão osmótica da solução e assim, a quantidade de água absorvida decresce (TEICHER, 1999; SCHNEE, 2004).

2.8 CUIDADOS ASSOCIADOS AO USO DOS FOSFATOS

Nem todas as fontes de Tripolifosfato de sódio exibem níveis aceitáveis de substâncias insolúveis e características de solubilidade. Alguns cuidados devem ser tomados, quando do uso de diferentes fontes, com matérias primas, e processos de fabricação diferentes. Entre os fatores que afetam o desempenho do Tripolifosfato de sódio estão a forma cristalina, agranulometria e a densidade do mesmo (TEICHER, 1999).

Os fatores de tempo de imersão e concentração de fosfato devem ser muito bem estudados, visto que para um mesmo produto ou espécie, a imersão numa solução de fosfato a 5% requer um tempo de tratamento de 24 horas, enquanto que numa solução de 25% requer apenas 2 segundos para alcançar o mesmo efeito, ou seja, inibição da formação coágulo proteico superficial e redução da perda pela cocção (OTWELL, 1992; LAMPILA, 1992).

Também deve-se tomar cuidado quando o fosfato for aplicado ao pescado com diferentes espessuras, diferentes espécies, e o conteúdo da umidade inicial. Quando são utilizados níveis elevados de polifosfatos, o processamento e o sabor podem ser afetados (TEICHER, 1999).

Segundo Aitken (2001) a maneira mais fácil de aplicar os fosfatos é por imersão com leve agitação para que toda a superfície entre em contato com o produto cárneo. Para garantir um bom rendimento, o ideal é aplicar uniformemente o fosfato no pescado (MARUJO, 1988; LAMPILA, 1992).

Os aditivos são imprescindíveis para a manutenção das propriedades funcionais das proteínas miofibrilares do pescado, pois auxiliam na preservação da integridade do músculo, inibem a perda de líquido no estado fresco, enquanto que no descongelamento e na cocção são importantes para prevenir a perda econômica. Os fosfatos também aumentam a estabilidade térmica das proteínas do pescado, que é normalmente menor que das outras proteínas animais.

A aplicação de fosfatos em pescado, mostra-se promissora, desde de que o mesmo seja aplicado criteriosamente. O uso incorreto ou abusivo condiz a defeitos sensoriais e, inclusive, pode caracterizar fraudes econômicas.

2.9 LEGISLAÇÃO

2.9.1 Considerações finais referentes ao uso dos Fosfatos

Para cada produto elaborado, existem normas específicas e métodos de elaboração que padronizam sua qualidade em cada mercado produtor e que são seguidas de maneira geral para efeito de exportação, importação e até para consumo de produtos do mercado interno.

Quadro 1

Aditivos que podem ser utilizados em pescados, de acordo com a legislação brasileira.

Aditivo	Produto	Limite máx.g/100g-g/100ml
Ácido cítrico	Conserva de pescado	q.s.p
Ácido cítrico	Pescado salgado, salgado e prensado, salgado seco	2 sobre o peso do sal
Aroma natural da fumaça	Produtos de pescado defumado	0,009
Dióxido de enxofre: metabisulfito de sódio ou potássio, sulfito ou bisulfito de sódio, ou cálcio, ou potássio.	Camarões e lagostas (na matéria prima após a captura).	0,003 (produto cozido) 0,01 (produto cru)
Polifosfato: hexametáfosfato de sódio, metáfosfato de sódio ou potássio, pirofosfato de sódio ou potássio, Tripolifosfato de sódio ou potássio.	Revestimento externo de pescado congelado.	0,050
Propileno glicol	Crosta de produtos empanados.	0,50 na crosta
Ácido láctico	Salsichas	q.s.p (quantidade suficiente para obter efeito desejado)

Fonte: BRASIL (1988 apud GONÇALVES, 2005).

No Brasil, a regulamentação no uso de aditivos para a fabricação de alimentos, compete a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). A comprovação da segurança do uso, a necessidade

tecnológica, o limite proposto, a estimativa da ingestão do aditivo, referências internacionalmente conhecidas, dentre outras informações, são itens avaliados no processo regulatório. O aditivo somente pode ser utilizado quando constar da legislação específica para a categoria do alimento, com suas funções e limites máximos, sempre havendo atualizações com o avanço do conhecimento científico e tecnológico, visando sempre a proteção da saúde dos consumidores.

Conforme prescrito na Legislação Brasileira, os aditivos alimentares utilizados em pescado podem ser observados no Quadro 1.

Os polifosfatos são encontrados naturalmente nos alimentos sendo importantes para a realização das funções vitais do organismo (ROCHA, 2010). São característicos por apresentarem a capacidade de retenção de água nos alimentos, imobilizando-a juntamente com as proteínas.

De acordo com os Quadros 2 e 3, observa-se que tanto a ANVISA quanto o MAPA só permitem a utilização do fosfato após o congelamento, no glaciamento a uma máxima concentração residual de 0,5% (BRASIL, 1988, 1970).

Quadro 2

Uso de fosfato em pescado, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária

Produto	Aditivos	INS	Dose máxima no produto final
Revestimento externo de pescado congelado (Res. CNS/MS nº 4, de 24 de novembro de 1988)	Polifosfato:		
	Hexametáfosfato de sódio	452i	0,5% (0,5g/100g) (m/m) ou (0,5g/100ml) (m/v)
	Metafosfato de sódio	452i	
	Metafosfato de potássio	452ii	
	Pirofosfato de sódio	450iii	
	Pirofosfato de potássio	450v	
	Tripolifosfato de sódio	451i	
	Tripolifosfato de potássio	451ii	
	Polifosfato de cálcio	452iv	

Fonte: BRASIL (1988 apud GONÇALVES, 2005).

Gonçalves (2005) analisa como errôneo ser liberado esse aditivo apenas para a etapa de glaciamento, pois o fosfato não exerce nela sua função principal que é aumentar a capacidade de retenção de água, atuando apenas como um agente que previne na quebra de gelo.

Quadro 3

Utilização de fosfatos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Produto	Aditivo	INS	Dose máxima no produto final
Revestimento externo de pescado congelado (Ofício Circular nº 13/70 e nº 009/2003)	Tripolifosfato	451i 451ii	0,5% (0,5g/100g) ou (0,5g/100ml)

Fonte: BRASIL (1970 apud GONÇALVES, 2005).

Na comparação da legislação de outros países ocorre variação no teor máximo de fosfato permitido no pescado. Nos EUA, conforme o FDA (Food and Drug Administration) (USDA, 2004), não há proibição do uso de fosfato em pescado e nem limites de uso, sendo este utilizado como uma substância multifuncional, regulada pelas boas práticas de fabricação.

Já o Canadá e a Comunidade Europeia utilizam o teor máximo permitido na concentração de 0,5%, igualando com a legislação que vigora no Brasil (CFIA, 2008; EPC, 1995).

2.10 CONGELAMENTO

Por ter uma vida de prateleira muito curta, o processo de congelamento é o mais utilizado para prolongar o tempo de vida útil do pescado. Com o processamento do congelamento é possível estender o tempo de vida útil do produto de pescado, agregar-lhes valor e alcançar mercados mais distantes (BOLSSON, 2012).

Conforme a legislação entende-se por pescado congelado, aquele tratado por processos adequados de congelamento, em temperaturas não superior a -25°C e após, mantido em câmara frigorífica a no máximo -15°C (BRASIL, 1952).

O congelamento diminui a velocidade do crescimento bacteriano e das modificações bioquímicas, responsáveis pela deterioração de qualidade (ORDONEZ et al., 2007). O método é bastante eficaz para preservar características organolépticas e nutricionais do pescado, desde que, o processo de congelamento, armazenagem e descongelamento

sejam realizados de forma apropriada (TURAN et al., 2003; EVANGELISTA, 2008).

Os micro organismos deterioradores não se desenvolvem a temperaturas abaixo de -10°C . Já a autólise pode continuar mesmo a esta temperatura citada, por isso congela-se sempre a temperaturas inferiores a -18°C . Tem-se que utilizar temperaturas de congelamento bem baixas (-35°C a -40°C) que permitem que a passagem de -1°C a -5°C na carne do peixe seja feita em 2 horas, o que caracteriza o congelamento rápido industrial (OETTERER, 2002). Assim, o pescado não sofrerá danos físicos que prejudicarão a textura da carne pela formação de cristais grandes de gelo.

O processo de Congelamento rápido aumenta o rendimento e favorece a qualidade do produto, pois quanto mais rápido se processa o congelamento (com temperaturas mais baixas) tanto menor é o grau da desnaturação das proteínas. Este método também é conhecido como congelação brusca, congelação em túneis e congelação em corrente (ROÇA, 2000). Há formação de cristais de gelo em todas as temperaturas abaixo da congelação. Através da formação de cristais, há possibilidade de ruptura celular. Os cristais de gelo formados no congelamento rápido, são intracelulares e menores, sendo que no descongelamento são facilmente reabsorvidos pelos componentes celulares (ROÇA, 2000).

Diferentemente do congelamento rápido, o lento ocorre a alteração da membrana celular devido à formação de cristais de gelo exterior à célula, entre as fibras, danificando a estrutura das fibras (LEYGONIE et al., 2012). No descongelamento, muitos fluídos intercelulares são perdidos na forma de gotejamento.

O pescado pode ser congelado inteiro por algum tempo ou pode ser eviscerado, filetado e colocado em embalagens adequadas para congelamento. O congelamento deve então ser feito em câmaras a -35°C , -40°C e a estocagem posterior a pelo menos -15°C , -18°C (OETTERER, 2002). Quanto mais baixa a temperatura de estocagem, mais longo será o tempo de armazenamento do produto congelado.

O processo de congelamento traz como benefício que o pescado quase não é modificado pelo processo, de forma que o pescado fresco, devidamente congelado, armazenado e descongelado, é virtualmente indistinto do pescado fresco mantido em gelo. Os peixes excedentes podem ser conservados para atender épocas de carência, para abastecer de pescado de boa qualidade regiões em que o pescado fresco constitui uma raridade ou não pode ser facilmente adquirido.

2.11 FILÉ DE PESCADINHA (*Cynoscion striatus*)

A pescadinha da espécie *Cynoscion striatus* (sinônimo de *Cynoscion guatucupa*), popularmente conhecida como Pescada olhuda ou Maria-mole é da família dos cienídeos que se distribui no litoral sudeste, onde é capturada em grandes quantidades na pesca comercial, principalmente com redes-de-arrasto sendo mais abundante ao sul do Rio Grande do Sul. Esta espécie é importante no contexto pesqueiro do sul do Brasil, Uruguai e norte da Argentina (HAIMOVICI et al., 1989).

São peixes de corpo alongado, boca grande, oblíqua, com mandíbula projetando-se adiante da maxila. Os olhos são relativamente grandes. Tem cor acinzentada a azul escuro no dorso e prateada nas laterais do corpo, têm estrias escuras que acompanham as séries oblíquas de escamas. As nadadeiras peitorais, pélvicas e anal são amareladas. A base peitoral é escura. As nadadeiras dorsais e caudal têm as extremidades escuras. Podem chegar até a 60cm de comprimento, se alimentam de camarões e peixes menores (VIEIRA; HAIMOVICI, 1993). O nome Maria-mole advém do aspecto de sua carne, por ser muito macia e delicada.

No sul do Brasil os adultos ocorrem em águas costeiras, geralmente em profundidades inferiores a 50 m, particularmente entre o outono e a primavera, sendo abundantes o ano todo entre 25 e 100 m (SZPILMAN, 2000; CARVALHO, 1992).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ORIGEM DO PESCADO

Os filés de pescada foram oriundos da indústria pesqueira Pioneira da Costa, localizada na cidade de Porto Belo, Santa Catarina. Logo após o processo de filetagem, foram coletados 37 exemplares de filés frescos de pescadinha (*Cynoscion Striatus*), para cada variável existente, perfazendo um total de 148 filés. Após o recebimento, as amostras, foram pesadas e colocadas em imersão nas diferentes concentrações de Tripolifosfato de sódio e *Blends* com NaCl.

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicatas, no Laboratório de Físico Química e no Laboratório de Bromatologia, ambos situados no Departamento de Ciência dos Alimentos – CAL, localizados na UFSC no campus do Centro de Ciências Agrárias – CCA.

3.2 GRAVIMETRIA

Todos os filés, após filetagem, foram identificados com um lacre numerado e pesados individualmente (Figura 1). As pesagens foram realizadas novamente pós processo de imersão e pós-processo de congelamento, nos quatro tratamentos distintos.



Figura 1: Pesagem e identificação dos filés.

3.3 IMERSÃO

Após pesadas, individualmente, as amostras de filés foram imersas durante 2 horas (Figura 2). Por seguinte, os filés descansaram por 30 minutos para drenar a água residual (Figura 3), e na sequência novamente pesados e coletado amostras para as análises físico-químicas de proteína, umidade e fósforo para cada variável existente em cada solução distinta:

- Tripolifosfato de sódio 2%(m/v) e 10%(m/v).
- Tripolifosfato de sódio + NaCl a 2%(m/v) e 10%(m/v).

Foi convencionado 2 horas de imersão, pois através de um experimento realizado anteriormente, foi analisado que conforme a textura, espessura dos filés de pescada, este seria o tempo máximo de maior ganho de peso.



Figura 2: Imersão dos filés.



Figura 3: Após imersão, filés drenando a água residual durante 30 minutos.

3.4 CONGELAMENTO

Após imersão as amostras foram congeladas no túnel de congelamento rápido na temperatura de -38°C . Os filés ficaram congelados durante 25 dias.

3.5 DESCONGELAMENTO

Após os filés ficarem 25 dias congelados, foram descongelados dentro da indústria de pescado Pioneira da Costa em temperatura ambiente de 25°C durante 24h. Na sequência foram coletadas amostras para análises físicas- químicas.

3.6 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Foram coletadas sete amostras de cada um dos quatro tratamentos de imersão realizados. As análises físico-químicas foram realizadas em três momentos distintos: o peixe in natura, sem sofrer processo de imersão; o peixe após imersão de 2 horas e o peixe descongelado, após ficar 25 dias congelados. Foram realizadas análises de proteínas totais, umidade e fósforo.

3.6.1 Análise de Proteína

Para determinar a quantidade de proteínas totais foi realizada análise através da metodologia de Kjeldahl (AOAC, 1999), conforme descrito abaixo:

Foi pesado 1 g da amostra em papel de seda e transferido para o balão de Kjeldahl (papel+amostra). Após adicionado 25 mL de ácido sulfúrico e cerca de 6 g da mistura catalítica.

Para solução de mistura catalítica foi utilizado dióxido de titânio anidro, sulfato de cobre anidro e sulfato de potássio anidro, na proporção 0,3:0,3:6.

Por seguinte, levado ao aquecimento em chapa elétrica, na capela, até a solução tornar azul-esverdeada e livre de material não digerido (pontos pretos). Foi aquecido por mais uma hora em seguida deixado esfriar.

Após foi transferido o material do balão para o frasco de destilação. Em seguida adicionado 10 gotas do indicador fenolftaleína e 1 g de zinco em pó.

Foi ligado imediatamente o balão ao conjunto de destilação. Mergulhado a extremidade afilada do refrigerante em 25 mL de ácido sulfúrico 0,05 M, contido em frasco Erlenmeyer de 500 mL com 3 gotas do indicador vermelho de metila. Adicionado ao frasco que contém a amostra digerida, por meio de um funil com torneira, solução de hidróxido de sódio a 30% (m/v) até garantir um ligeiro excesso de base. Por seguinte, aquecido à ebulição e destilado até obter cerca de (250-300) mL. Titulado o excesso de ácido sulfúrico 0,05 M com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, usando vermelho de metila.

Cálculo

$$\frac{V \times 0,14 \times f}{P} = \text{protídios por cento m/m}$$

V = diferença entre o nº de mL de ácido sulfúrico 0,05 M e o nº de mL de hidróxido de sódio 0,1 M gastos na titulação

P = nº de g da amostra

f = fator de conversão

3.6.2 Análise de Umidade

Para determinar a quantidade de umidade foi realizada análise através da metodologia de secagem na estufa – 105 °C conforme AOAC (1999), conforme descrito abaixo:

Foi pesado 3 g da amostra em cápsula de metal previamente tarada que foi aquecida durante 3 horas. Foi resfriado em dessecador até

a temperatura ambiente. Por seguinte pesado e repetida a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante.

Cálculo

$$\frac{100xN}{P} = \text{umidade ou substâncias voláteis } 105^\circ\text{C por cento m/m}$$

N = n° de gramas de umidade (perda de massa em g)

P = n° de gramas da amostra

3.6.3 Análise de Fosfato

Para determinar a quantidade de fosfato foi realizada análise através da metodologia de Espectrofotometria (AOAC, 1999), conforme a descrito abaixo:

Foi dissolvido as cinzas obtidas de 5 g da amostra em ácido clorídrico, transferido para um balão volumétrico de 100 mL e completado o volume com água. Foi pipetado uma alíquota (proporcional à quantidade de fosfato presente na amostra) em um balão volumétrico de 100 mL. Após adicionado 25 mL do reagente vanado-molibdato de amônio e completado o volume com água até 100 mL. Homogenizado e após 10 minutos feito a leitura a 420 nm. Foi determinado a quantidade de fosfato correspondente, usando a curva padrão previamente estabelecida ou o valor da absorvidade.

Em uma série de balões volumétricos de 100 mL, foi medido o volume de solução padrão contendo valores de 5 a 6,2 mg de P_2O_5 . Utilizou-se volumes de solução padrão de fosfato contendo de 0,2 a 2,0 mg de P_2O_5 . Adicionou-se 25mL do reagente vanado-molibdato de amônio a cada balão e completado o volume com água. A temperatura da água mais o reagente foi de 20°C. Foi homogeneizado e após 10 minutos realizado a leitura a 420 nm, usando como branco 25 mL de vanado-molibdato de amônio, completando com água até 100 mL.

Soluções utilizadas nesta análise:

Solução de vanado-molibdato de amônio – Dissolvido 20 g molibdato de amônio - $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ e 1 g de vanadato de amônio - NH_4VO_3 , separadamente, em cerca de 300 mL de água quente e filtrado. Misturado as duas soluções, adicionado 140 mL de ácido nítrico diluindo para um litro.

Solução-estoque de fosfato – Pesado 0,9587 g de fosfato ácido de potássio, seco a 105°C e completado o volume a 500 mL com água.

Solução-padrão de fosfato – Pipetado 50 mL da solução-estoque de fosfato e completado o volume a 250 mL com água. Um mL desta solução corresponde a 0,2 mg de P₂O₅.

3.7 MÉTODOS ESTATÍSTICOS

Com base nos objetivos propostos, utilizou-se para tabulação dos dados o programa *Microsoft Excel*, versão 2010, e para análise estatística, os procedimentos contidos no pacote estatístico *SPSS for Windows Evolution Edition* – 14.0. Utilizou-se a análise de teste “t” de Student para avaliar a existência do nível de significância entre as amostras, considerando a probabilidade de erro $p \leq 5\%$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 GRAVIMETRIA

Através das imersões pode-se avaliar a quantidade de água absorvida e/ou perdida conforme o tratamento utilizado. Como convenção, foi utilizado T0 para pesagem inicial dos filés de pescado in natura; T1 para pesagem após-imersão, dos filés que foram imersos na devida solução após descanso de trinta minutos e posteriormente pesados; T2 para pesagem pós-descongelamento dos filés que ficaram 25 dias congelados no túnel de congelamento na temperatura de -38°C , após descongelados por 24 horas em temperatura ambiente e, na sequência pesados.

Os filés imersos na solução Tripolifosfato 2%, conforme os valores de média aritmética presentes na Tabela 1 e Figura 4, ocorreu aumento de peso, de T0 para T1, passando de 60,73g. para 66,60 g. A pesagem em T2 foi de 61,53 g. ou seja, os filés obtiveram ganho de peso na imersão e perda no descongelamento, mas continuaram com peso maior que T0, com 61,53g. Os valores da pesagem dos filés variaram de 41 à 97 g. A Tabela 1 demonstra os valores obtidos nas pesagens dos diferentes tempos.

Tabela 1

Estatística descritiva referente ao peso T0*, T1, T2*** dos filés de pescada imersos TPFS 2%, valores em gramas.**

	N	Mínimo	Máximo	Média	DP
T0	30	41,00	90,00	60,7333	11,66466
T1	30	46,00	97,00	66,3000	12,32925
T2	30	42,00	94,00	61,5333	11,99061

*T0 – peso inicial (peixe in natura) dos filés; **T1 – peso após processo de imersão dos filés de pescada; ***T2 – peso após descongelamento dos filés de pescada.

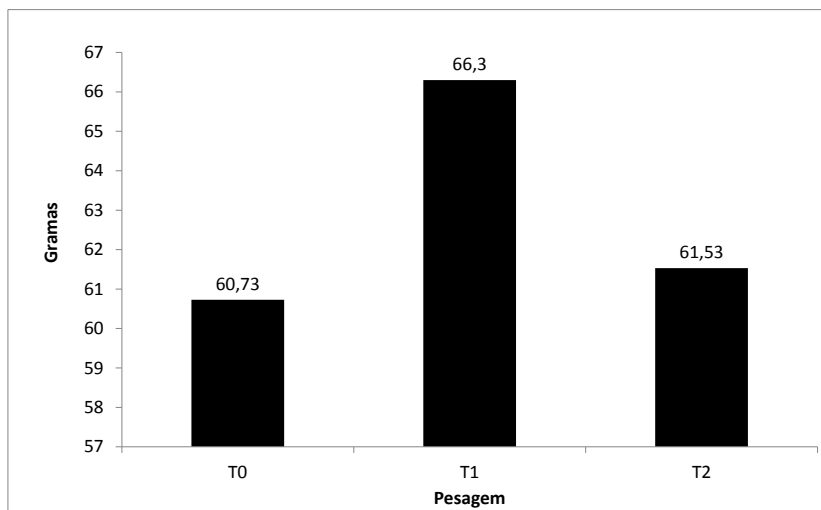


Figura 4 - Valores médios referentes ao peso, em gramas, T0*, T1, T2*** dos filés de pescada imersos em TPFS 2%.**

Pode-se analisar que foi significativo o ganho de peso comparando T0 e T1 ($p < 0,01$) e entre T0 e T2 e T1 e T2 ($p < 0,05$).

Na imersão em solução Tripolifosfato 10%, de acordo com a Tabela 2 e Figura 5, a média de T0 foi de 58,26 g. Já T1 apresentou valor maior, 65,46 g. No T2 verificou-se a média de 63,06 g. Os valores da pesagem dos filés variaram de 43 à 92 g.

Tabela 2

Estatística descritiva referente ao peso T0*, T1, T2*** dos filés de pescada imersos em TPFS 10%, valores em gramas.**

	N	Mínimo	Máximo	Média	DP
T0	30	43,00	85,00	58,2667	12,64620
T1	30	48,00	97,00	65,4667	13,87564
T2	30	46,00	92,00	63,0667	13,60003

*T0 – peso inicial (peixe in natura) dos filés; **T1 – peso após processo de imersão dos filés de pescada; ***T2 – peso após descongelamento dos filés de pescada.

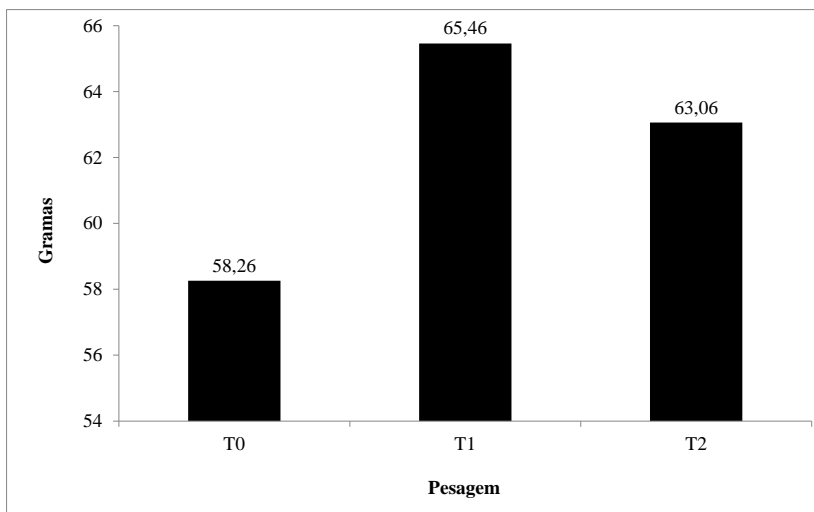


Figura 5 - Valores médios referentes ao peso, em gramas. T0*, T1, T2*** dos filés de pescada imersos em TPFS 10%.**

Através dos resultados obtivos pode-se afirmar que foi significativo o ganho de peso comparando-se T0 com T1, T0 com T2 e T1 com T2 ($p < 0,01$).

Nas soluções de Tripolifosfato a 2% e 10%, a maior agregação de água nos filés, se deve ao fato de que, na produção de congelados os fosfatos solubilizam as proteínas que ligam as peças e ajudam na retenção da mistura. Logo, os fosfatos tem a ação de diminuir a perda de sucos contendo proteínas durante o descongelamento, resultando em um produto mais suculento, mais macio e com melhor sabor (FANI, 2009).

No tratamento com *Blend* 2% (Tripolifosfato + NaCl), de acordo com a Tabela 3 e Figura 6, pode-se notar que a média de T0 foi de 54,93g, enquanto que T1 apresentou valores maiores, ou seja, de 59,36 g, diferentemente de T2 que apresentou um peso de 55,20 g, maior que T0 e menor que T1. Os valores da pesagem dos filés variaram de 40 à 88 g.

Tabela 3

Estatística descritiva referente ao peso T0*, T1, T2*** dos filés de pescada imersos em *Blend* 2%, valores em gramas.**

	N	Mínimo	Máximo	Média	DP
T0	30	40,00	83,00	54,9333	12,50912
T1	30	43,00	88,00	59,3667	12,77790
T2	30	40,00	82,00	55,2000	12,08704

*T0 – peso inicial (peixe in natura) dos filés; **T1 – peso após processo de imersão dos filés de pescada; ***T2 – peso após descongelar os filés de pescada.

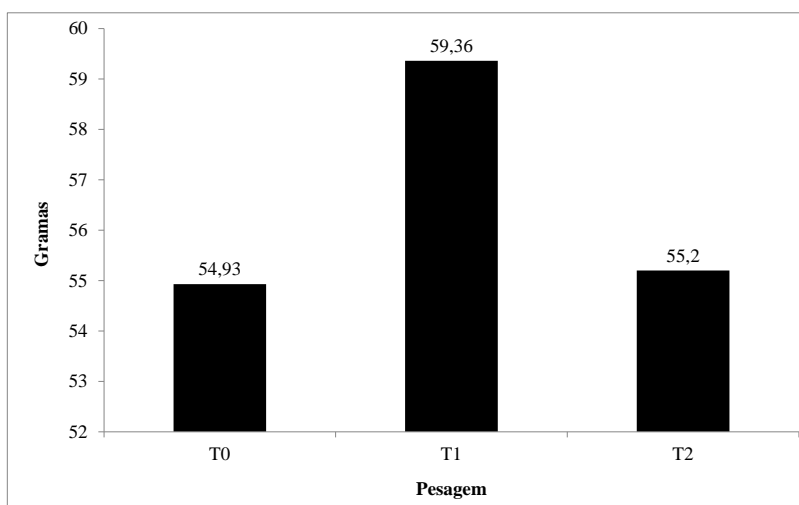


Figura 6 - Valores médios em g referentes ao peso T0*, T1, T2*** dos filés de pescada imersos em *Blend* 2%.**

As diferenças encontradas nas pesagens entre T1 e T0 e entre T1 e T2 mostraram um ganho de peso significativo das amostras ($p < 0,01$).

Conforme observa-se na Tabela 4 e Figura 7, a média de peso em T0 foi de 59,60 g. Já em T1, após o tratamento realizado com imersão em *Blend* 10% (Tripolifosfato+NaCl), a média foi de 65 g. Como em todos os tratamentos anteriores realizados, comparando-se T1 e T2 encontrou-se menor peso, sendo este no entanto, o menor peso de T2 encontrado ou seja, 62,36 g. Os valores da pesagem dos filés variaram de 41 à 101 g.

Tabela 4

Estatística descritiva referente ao peso T0*, T1, T2*** dos filés de pescada imersos em *Blend* 10%, valores em gramas.**

	N	Mínimo	Máximo	Média	DP
T0	30	41,00	94,00	59,6000	13,88773
T1	30	46,00	101,00	65,0000	14,79282
T2	30	43,00	98,00	62,3667	14,64401

*T0 – peso inicial (peixe in natura) dos filés; **T1 – peso após processo de imersão dos filés de pescada; ***T2 – peso após descongelar os filés de pescada.

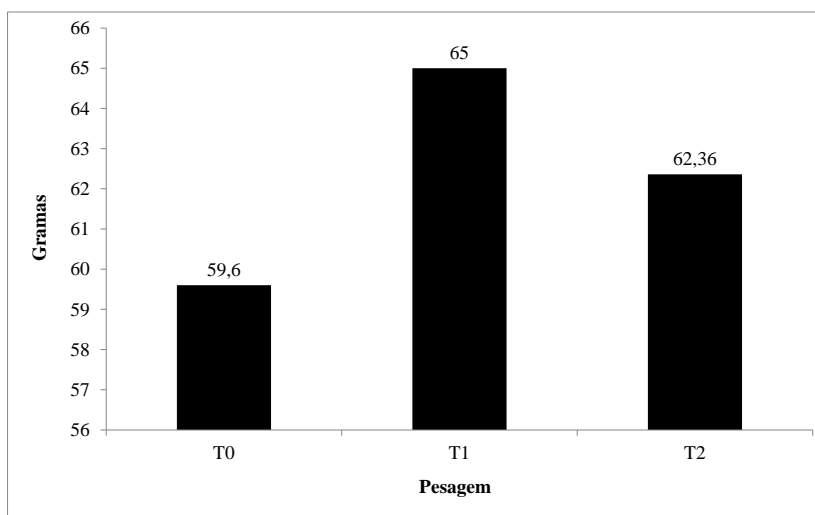


Figura 7 - Valores médios em gramas referentes ao peso T0*, T1, T2*** dos filés de pescada imersos em *Blend* 10%.**

Através dos resultados obtidos pode-se afirmar que foi significativo o ganho de peso dos filés de pescada comparando-se T0 e T1, T0 e T2, e T1 com T2, a um nível de significância $p < 0,01$.

Analisando os resultados apresentados observou-se que em T1 ocorreu ganho de peso nas quatro soluções distintas. Segundo Fani (2009), este processo ocorre devido ao fato das proteínas miofibrilares, miosina e actina, ocuparem volume significativo do músculo, sendo comprovado que mudanças na capacidade de retenção de água do músculo decorrem da retenção de água nas miofibrilas. É justamente

essa alta capacidade de retenção de água das proteínas do músculo do peixe que confere à sua carne uma suculência típica.

O que também influencia na agregação de água nas fibras musculares é a autólise que é a ação de enzimas nos constituintes do pescado após a sua morte. Devido à ação das proteases e lípases tissulares, a autólise provoca amolecimento da carne do pescado (TAVARES, et al. 1988). O amolecimento da carne caracteriza o afrouxamento das fibras musculares, aumentando o espaço entre elas, promovendo maior espaço para incorporação de água entre as fibras musculares.

Na pesagem pós-descongelamento, ocorreu perda de peso em todos os tratamentos em relação a pesagem pós-imersão. Quando o peixe passa pelo processo de congelamento, os núcleos de congelamento não estão entre as miofibrilas, mas entre as células do músculo (Figura 8). À medida em que esses cristais de gelo crescem, a água é abstraída das miofibrilas e as células se tornam condensadas.

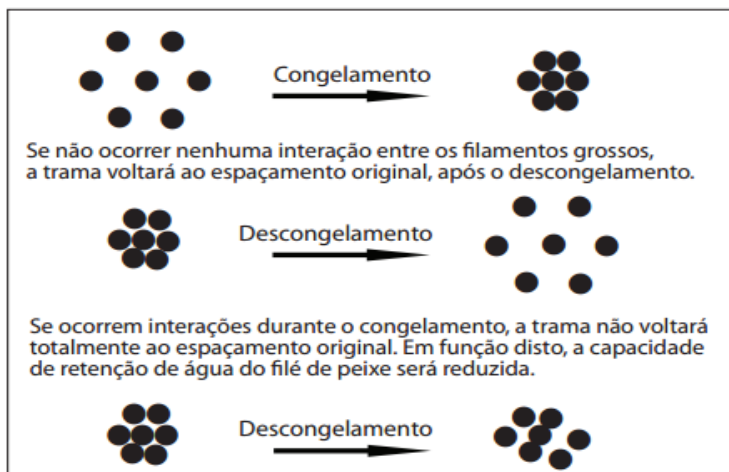


Figura 8. Interação dos filamentos da trama miofibrilar no processo de congelamento. Fonte: Revista FoodIngredients Brasil, 2009.

A consequência da condensação das fibras é que os miofilamentos passam a ficar mais próximos uns aos outros (Figura 8). Como o peixe foi armazenado no estado congelado por maior período de

tempo (25 dias), podem ocorrer interações entre os miofilamentos. Como resultado, no descongelamento, a água não é mais capaz de retornar às células, e fica nos espaços extracelulares. Uma parte dessa água pode ser perdida por gotejamento, ocorrendo perda da umidade. (FANI, 2009). A formação de cristais no congelamento também deforma a membrana celular. Ocorrendo desidratação e atrofia do tecido muscular. Quando ocorre o descongelamento, muito desse líquido celular é perdido, resultando numa textura e sabor indesejável, comparados com a matéria prima in natura. (CHEVALIER et al., 2000).

4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

4.2.1 Umidade

A porcentagem de umidade está diretamente relacionada à quantidade de água disponível nos filés de pescada. O teor de umidade corresponde à perda em peso sofrida pelo filé de pescada quando aquecido em condições nas quais a água foi removida. A porcentagem de umidade no pescado varia de 60% (m/m) a 85% (m/m) de umidade (OGAWA; MAIA, 1999).

Tabela 5

Porcentagem de umidade dos filés de pescada imersos no tratamento de TPFS 2% e 10%, Blends 2% e 10% e in natura.

Tratamento	Pós Imersão % (m/m)	Pós Descongelamento % (m/m)	Diferença de % (m/m)
In Natura	81,74*	79,50	2,24
TPFS 2%	83,28	81,20	2,08
TPFS 10%	84,20	83,01	1,19
Blend 2%	83,01	80,70	2,30
Blend 10%	84,05	82,10	1,95

*Não sofreu imersão.

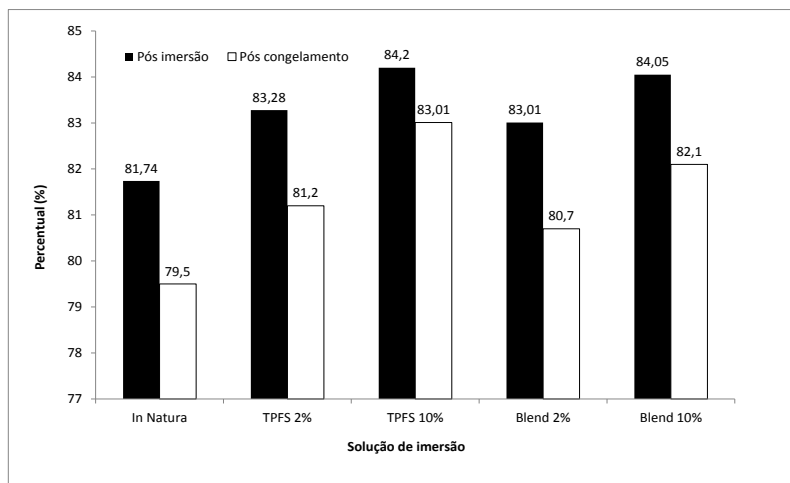


Figura 9 - Percentual de umidade dos filés de pescada imersos no tratamento de TPFS 2% e 10%, Blends 2% e 10% e in natura

Conforme a Tabela 5 e Figura 9, após os tratamentos com TPFS os filés de pescada apresentaram valores de 83,28% (m/m) e 84,20% (m/m) de umidade para as concentrações de 2% e 10% respectivamente. Nos tratamentos com Blends 2% e 10%, obtiveram 83,01% (m/m) e 84,05% (m/m) de umidade respectivamente (Tabela 5). Já o filé fresco de pescadinha in natura apresentou teor de umidade de 81,74% (m/m).

Comparando-se o valor da umidade do peixe fresco, sem sofrer imersão, foi observado que em todos os quatro tratamentos utilizados neste estudo, as porcentagens de umidade foram mais elevadas do que o “in natura”. Lampila (1992) cita que normalmente é esperado um conteúdo de umidade do pescado comercial inferior a 80% (m/m). Qualquer valor acima de 80% pode indicar um pré-tratamento desse pescado. Nos resultados encontrados observa-se concordância parcial com Lampila (1992), afinal, a porcentagem de umidade dos filés frescos apresentou um valor acima do determinado. Os resultados apresentados sobre o teor de umidade podem ter sido influenciados pela temperatura da estufa e a umidade do ambiente, alterando dessa forma a porcentagem final.

Na pesagem pós-descongelamento, todos os tratamentos apresentaram quedas nos níveis de umidade (Tabela 5). Garrido (2005) obteve no seu experimento com camarões imersos em TPFS, valores mais baixos na pesagem pós-descongelamento do que na pesagem pós-imersão. A perda de umidade no pós-descongelamento pode indicar que

o TPFS e os Blends favoreceram a retenção de água nos filés de pescada. Gonçalves (2005) afirma também que o congelamento pode provocar diminuição do teor de umidade no camarão, podendo influenciar na aceitabilidade deste pelo consumidor.

A utilização de fosfatos antes do congelamento do produto cárneo tem um efeito significativo sobre a composição química e as propriedades físico-químicas do produto descongelado. Conforme Nguyen et al. (2012), este aditivo pode ser utilizado no processamento de peixe para melhorar o rendimento, a capacidade de retenção de água, e os atributos sensoriais do produto final. Quando usado corretamente, fosfatos em camarão preservam a umidade natural do músculo, levando a um produto mais suave de alta qualidade (GONÇALVES, et al, 2008).

A desidratação e atrofia do tecido muscular é comum e, no descongelamento muito do líquido celular é perdido (CHEVALIE et al., 2000). Consequentemente, é reduzido o teor de umidade dos filés como mostram os resultados da Tabela 5.

4.2.2 Proteína

Nos quatro tratamentos realizados pode-se notar conforme a Tabela 6 e Figura 10, que os valores de proteínas aumentaram comparando-se as pesagens pós-imersão e pós-descongelamento. Esses resultados contrariam a teoria de Petrovic, e Grukic (1993) de que a qualidade de produtos cárneos congelados é afetada pela perda de umidade durante o congelamento, ocorrendo decréscimo da suculência e outras alterações que acontecem devido à desnaturação proteica (GONÇALVES, 2005).

Tabela 6

Teor de proteína dos filés de pescada imersos no tratamento de TPFS 2% e 10%, Blends 2% e 10% e in natura.

Tratamento	Pós Imersão % (m/m)	Pós Descongelamento % (m/m)	Diferença de % (m/m)
In Natura	*14,90	16,04	1,14%
TPFS 2%	15,19	15,72	3,37%
TPFS 10%	14,80	15,49	4,45%
Blend 2%	15,05	15,57	3,34%
Blend 10%	15,43	16,09	4,10%

*Não sofreu imersão.

O sistema de congelamento não diminuiu o teor proteico, provável pela ação crio protetora do fosfato. Os resultados de pesquisas realizadas utilizando tratamento com imersão de fosfato em camarões (GONÇALVES, 2005) e em linguças de frango (SILVA, 2004), mostraram também valores maiores de proteínas pós-descongelamento.

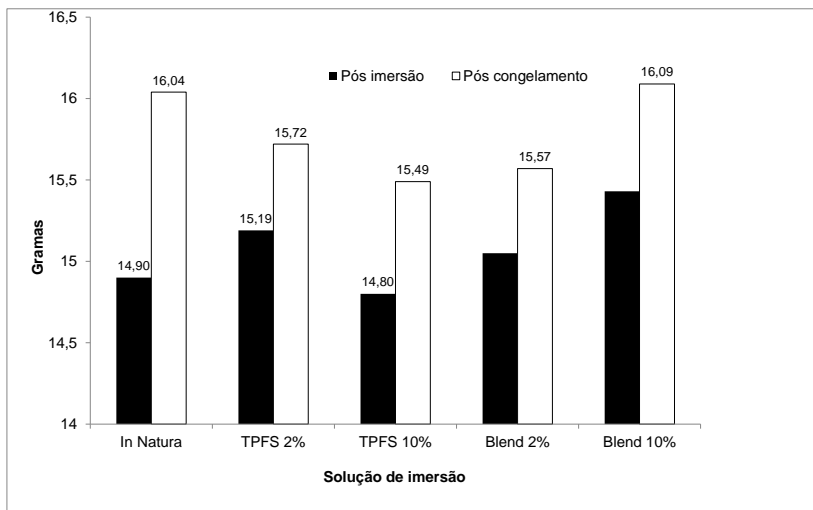


Figura 10 - Valores médios do teor de proteína, em gramas, dos filés de pescada imersos no tratamento TPFS 2% e 10%, Blends 2% e 10% e in natura

Lampila (1992) explica que os fosfatos asseguram crioproteção das proteínas do pescado. Nesse sentido, pode-se observar na Tabela 6 que as imersões dos filés que utilizaram fosfatos apresentaram diferenças maiores no aumento do teor de proteínas após o descongelamento.

Comparando-se os tratamentos que utilizaram fosfato na imersão, mostrados na Tabela 6, constatou-se que o tratamento com maior teor de TPFS 10%, foi o que mais aumentou a quantidade de proteína, apresentando aumento de 4,45(m/m) em relação à diferença do peso pós-imerso e descongelado.

O fosfato afeta o tecido muscular, aumentando o pH, a força iônica entre as proteínas e as moléculas de água, a quelação de íons metálicos, e da dissociação do complexo de actomiosina, alterando, assim, a dinâmica da água nos tecidos (DAMODARAN, et al., 2008; ERDOGDU, et al., 2007).

4.2.3 Fosfato

Conforme Varnam e Sutherland (1995), os fosfatos rompem estruturas proteicas proporcionando a diminuição da interação das proteínas e aumentando a solubilidade proteica, ou seja, a água se incorpora devido à instabilidade elétrica da proteína na presença dos polifosfatos, aumentando dessa forma a umidade do produto. O TPFS é utilizado como agente para melhorar a qualidade do processamento do pescado (CUI, et al. 2000).

Tabela 7
Percentual de fosfatos nos filés de pescada imersos no tratamento de TPFS 2% e 10%, Blends 2% e 10% e in natura

Tratamento	Pós Imersão % (m/m)	Pós Descongelamento % (m/m)	Diferença de % (m/m)
In Natura	0,31	0,29	0,02
TPFS 2%	0,30	0,32	0,02
TPFS 10%	0,41	0,39	0,02
Blend 2%	0,32	0,30	0,02
Blend 10%	0,38	0,36	0,02

*Não sofreu imersão.

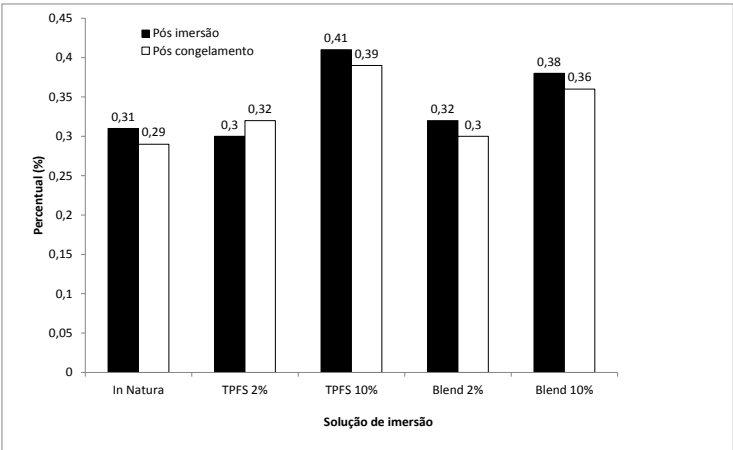


Figura 11 - Percentual de fosfatos nos filés de pescada imersos no tratamento de TPFS 2% e 10%, Blends 2% e 10% e in natura

Observou-se na Tabela 7 e Figura 11, que a quantidade de TPFS na pesagem pós-imersão dos filés de pescada foi diretamente proporcional à concentração da solução de imersão, ou seja, quanto maior a concentração da solução, mais TPFS foi absorvido pelo filé do peixe.

Nos quatro tratamentos pode-se verificar que a diferença da pesagem pós-imersão e pós-descongelamento foi muito pequena (Tabela 7). Em quase todos os tratamentos ocorreu perda de TPFS, na pesagem pós-descongelamento (exceto na solução com TPFS 2%). O mesmo foi evidenciado no estudo de Gonçalves (2005), utilizando camarões, em que o descongelamento após imersão manteve os valores de TPFS nas duas pesagens.

Os quatro tratamentos, incluindo o que utilizou a solução de imersão contendo TPFS 10%, apresentaram valores de fósforo dentro do limite de 0,5% de fósforo estabelecido pela circular do MAPA (1970).

Rodrigues (2002) tratando filés de congrio-rosa com os mesmos fósforos, diferindo na concentração da solução e tempo de imersão (TPFS 5% - 60 minutos; Blend 10% - 30 minutos), também encontrou valores de fósforos abaixo de 0,5%, conforme a legislação nacional vigente.

Rech (2005), estudando mexilhões desconchados pré-cozidos, imersos nas mesmas concentrações e tempos do estudo de Rodrigues (2002), após descongelamento também identificou valores abaixo de 0,5% de fósforo no produto final, dentro dos padrões exigidos pelo MAPA.

5. CONCLUSÃO

Os resultados alcançados neste estudo permitem concluir que:

Os tratamentos com TPFS 10%, *Blend* 2% e *Blend* 10%, mostraram ganho de peso significativo ($p>0,01$). O tratamento com o TPFS a 2% também apresentou ganho de peso significativo com um nível de significância de $p>0,05$.

Na comparação entre os tratamentos de imersão a 2%, as amostras de TPFS obtiveram maior ganho de peso significativo ($p>0,01$).

Nos tratamentos de imersão a 10%, as amostras que continham apenas TPFS agregaram maior peso em relação aos demais tratamentos com nível de significância a $p>0,01$.

O NaCl, mesmo tendo ação sinérgica com o TPFS, não apresentou a mesma eficácia de ganho de peso comparando-se à solução de apenas de TPFS.

A solução contendo TPFS 10% foi a que demonstrou mais eficácia, apresentando maior ganho de peso na imersão e menor perda de água no descongelamento em todos os tratamentos.

As análises de umidade e proteínas totais apresentaram diferenças significativas nos tratamentos aplicados ($p>0,01$).

O TPFS no processo de congelamento exerceu influência na quantidade de proteínas pela ação crio protetora dos fosfatos.

Nas análises da quantidade de fosfato, também foram encontradas alterações significativas ($p>0,01$), exceto no tratamento com *Blends* 2% e 10%. Em todos os tratamentos aplicados, os teores de fosfato estavam dentro do padrão estabelecido pela a circular n° 13 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), de seis de janeiro de 1970, que é de até 0,5% de TPFS a cada 100g dos filés.

Constatou-se que a concentração de Tripolifosfato de sódio e a pureza do aditivo interferem diretamente na quantidade de água absorvida pelo pescado.

6. REFERÊNCIAS

AITKEN, A.O processo de polifosfatos em pescado. **Torry Advisory Note**, nº31, 4p. 2001.

A.O.A.C. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, ed. 17. Association of Analytical Chemists, Gaithersburg. 1999.

ASSIS, M. T. Q. M. **Avaliação físico-química de filés de peito de frango adicionados de sal, Tripolifosfato de sódio e proteína isolada de soja**. 2009. 72 f.. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

BJÖRKROTH, J. Microbiologia de produtos cárneos marinados. **Meat Science**, v.70, n.3, p.477-480, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.07.018>>. Acesso em: 15 junho de 2012.

BOLSON. B. C. Análise do peso líquido e da quantidade de glaciamento em camarões crus descascados congelados. 2012. 34 f. Monografia. (Especialização em Medicina Veterinária) – Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

BRAGATO, E. F. **Ácidos Graxos Ômega 3 e 6**. 2009. 18f.. Monografia. (Graduação em Nutrição) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova a revisão das Tabelas I, III, IV e V referente a Aditivos Intencionais. Resolução CNS/MS n.4, de 24 de novembro de 1988.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o novo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 de julho de 1952.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Comunica Resolução da Comissão Nacional de Normas e

Padrões para Alimentos nº 08/69 “Estender o emprego do Tripolifosfato para revestimento externo de pescado congelado (glaciamento) observando os limites constantes, Decreto nº55.871/65”. Circular nº 13 de 6 de janeiro de 1970.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. 2012. On-line. Informações e estatísticas. Disponível em: < <http://www.mpa.gov.br/>>. Acesso em 10 de setembro de 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº62 de 26 de agosto de 2003. Brasília, DF, 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para controle de Produtos de Origem Animal e Água. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/agrolegis/imagem?codarquivo=6078>> Acesso em : 15 de outubro de 2012.

CARVALHO, F. A. **Peixes da Costa Brasileira**. 3 ed. São Paulo: Melro, 1992.

CASTRO, D. **Perdas de água em filé de pescado do pantanal**. 2007. 50 f..Tese (Mestrado em ciência animal) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande. 2007.

CFIA – Canadian Food Inspection Agency, Animal Products Directorate, Fish, Seafood and Production. Lista de aditivos permitidos em pescado. 2008.Disponível em <<http://www.inspection.gc.ca/english/anima/fispoi/product/additi/adde.shtml>> Acesso em: 20 de agosto de 2012.

CHEVALIER, D.; LE BAIL, A.; GHOU, M. Congelamento e cristais de gelo formados em um modelo alimentar cilíndrico: parte II. Comparação entre congelamento à pressão atmosférica e pressão de deslocamento de zero.**Journal of Food Engineering**, France, v. 46, p. 287-293, 2000.

CUI, H. et al. Determinação de tripolifosfato de bacalhau congelado e vieira adutor por cromatografia de íons. *Journal of Chromatography A*, v.884, p. 89-92, 2000.

DAUGUER, H. **Efeitos da injeção de ingredientes não cárneos nas características físico-químicas e sensoriais do lombo suíno**. 2009. 187

f. Tese (Doutorado em tecnologia de alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2009.

DAMODARAN, S. et al. Química Alimentar da Fennema. CRC Press, Boca Raton. 2008.

DUSEK, B. H. et al. Determination of nitrated polycyclic aromatic hydrocarbons and their precursors in biotic matrices. **J Chromatogr A**, v. 982, p. 127-143, 2002.

ERDOGDU, B. S. et al. Influência do tratamento Tripolifosfato de sódio e tempo de cozimento sobre as perdas de cozinheiro e propriedades texturais de carnes vermelhas. **Revista de Engenharia de Processos Alimentos**, v. 30, p. 685-700, 2007.

EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL DIRECTIVE n°95/2/EC de 20 de Fevereiro de 1995, com excepção dos corantes e dos edulcorantes alimentares. Disponível em: <http://europa.eu.int/comm/food/fs/sfp/addit_flavor/flav11_en.pdf> Acesso em: 18 de agosto de 2013.

EVANGELISTA, J. Conservação de alimentos. **Tecnologia de Alimentos**, São Paulo: Atheneu, ed. 2, p. 652, 2008.

FDA. U. S. Food and Drug Administration. **FDA Consumer Magazine**, 1993.

FORREST, J.C. et al. Fundamentos de ciencia de la carne. Editorial Acribia, Zaragoza. p. 364, 1979.

FRONING, G. W.; SACKETT, B. Efeito de sal e fosfatos no músculo do peito de peru sobre as características da carne. **Journal of Poultry Science**, Nebraska, v. 64, p. 33, 1985.

GARRIDO, L. R. Uso de fosfatos no processamento de pescado e mariscos. In: **WORKSHOP “O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA CONCEPÇÃO DE PRODUTOS NA INDÚSTRIA DE PESCADO”**. São Paulo, 2005. **Seafood Expo Latin America**. São Paulo, 2005.

GOMES, R. O. **Oficina de processamento do pescado**. Araquari: IFSC, p.13, 2009.

GONÇALVES, A. A. **Estudo do processo de congelamento de camarão associado ao uso do aditivo fosfato**. 2005. 170f.. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

GONÇALVES, A. A. et al. A avaliação da qualidade de frutos do mar congelados (*Genypterus brasiliensis*, *Prionotus punctatus*, *Pleoticus muelleri* e *Perna perna*) previamente tratados com fosfatos. **Pan-American Journal de Ciências Aquáticas**, v. 3, p. 248-258, 2008.

GONÇALVES, A. A.; RIBEIRO, J.L.D. Efeitos do tratamento com fosfato sobre a qualidade do camarão vermelho (*Pleoticus muelleri*) processado com congelamento cryomechanical **LWT - Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 42, p.1435-1438, 2009.

HAIMOVIC, M.; PEREIRA, S. D.; VIEIRA, P. C. La pesca demersal en el sur de Brasil en el período 1975-1985. **Frente Marítimo**, v. 5, p. 151-163, 1989.

HUSS, H. H. Qualidade e qualidade em mudança de peixes fresco. **FAO fisheries**, Roma, p. 195, 1995.

JUDGE, M., ABERLE, E., FORREST, J. Principles of meat science. Iowa : **Kendal Hunt Publication**, p. 507, 1989.

LAMPILA, L. E. Funções e usos de fosfatos na indústria de frutos do mar. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v.1(3/4), p. 29-41, 1992.

LAWRIE, R. A. Ciência de la Carne. Zaragoza, Acribia, p. 456, 1977.

LEMOES, A. L. S. C. et al. Otimização do processo de marinação de partes de frango. **Meat Science**, v. 52, p. 227-234, 1999.

LEE, C. W. et al. Research on emissions and mitigation of POPs from combustion sources. **Stud Environ Sci**, v. 72, p. 361–378, 1998.

LEYGONIE, C., BRITZ, T. J.; HOFFMAN, L.C. Impacto do congelamento e descongelamento sobre a qualidade da carne: Revisão. **Meat Sci**, v. 91, p. 93-98, 2012.

KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: F. Kubitza, 2000.

MARUJO, R.C. O uso de fosfatos em pescados. In: **SEMINÁRIO SOBRE CONTROLE DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA DE**

NETO, M. P.; NAKAMURA, V. Y. Uso de fosfatos em frutos do mar. **Revista Nacional de Carnes**, n. 320, ano XXVIII, p. 110-113, 2003.

NGUYEN, M. V. et al. Alterações quantitativas e qualitativas de fosfatos adicionados em bacalhau (*Gadus morhua*), durante a salga, armazenamento e reidratação. **LWT - Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 47, p. 126-132, 2012.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba:Ed. Agropecuária, p. 200, 2002.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de Pesca – Ciência e Tecnologia do Pescado**. São Paulo: Livraria Varela, v. 1. p.197, 1999.

OLIVEIRA, E. R. N. **Deterioração do frescor: Apostila de Qualidade do pescado**. Toledo, v.1, p. 35, 2004.

OLIVO, R.; SOARES, A. L.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Dieta em vitamina E inibe PSE e melhora a carne propriedades funcionais de frangos. **Journal of Food Biochemistry**, Trumbull, v. 25, p. 271 – 283, 2006.

OTWELL, W. E. Use of sulfites and phosphates with shrimp. Proceedings of the 17th Annual Tropical and Subtropical Fisheries Technological Conference of the Americas. Mexico, p. 64-67, 1992.

ORDONEZ, J. A. et al. **Tecnologia de Alimentos: alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, v.2, p. 279, 2007.

ORNELLAS, L. H. **Técnica dietética: seleção e preparo dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2001.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Goiânia: Editora da UFG, v.2, 1996.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Tecnologia da sua obtenção e transformação. Universidade Federal Fluminense, Editora Universitária, p. 623, 2001.

PEREDA, J. A. O. et al. **Tecnologia de Alimentos**: Alimentos de Origem Animal. São Paulo: Artmed, v. 2, p. 279, 2005.

PESCADO. São Paulo, 1988. São Paulo: Loyola, ITAL, p. 260-264, 1988.

PETROVIC, L.; GRUJIC, R.; PETROVIC, M. Definição da taxa de congelamento ideal. Investigação das propriedades físico-químicas da carne M. músculo Longissimus dorsi congelados a taxas de congelamento Diferente. **Meat Science**, v. 33, p. 319-331, 1993.

PIERTZAK, M.; GREASER, M. L.; SOSNICKI, A. A. Effect of rapid rigor mortis processes on protein functionality in pectoralis major muscle of domestic turkeys. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 9, p. 2116, 1997.

RECH, B. T. **Aplicação de fosfatos em mexilhão (*Perna perna*)**. 2005. 69f.. Dissertação (Graduação em Engenharia de alimentos) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2005.

RODRIGUES, H. **Principais problemas da pesca no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, Subcomissão Mista da Pesca e Psicultura – Relatório Dez./2002, p. 8-13, 2002.

ROCHA, M. R. M.; Liofilização como método de agregar valor ao camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. 2010. 183 f.. Tese (doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2010.

ROÇA, R. O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, p. 202, 2000.

SANTOS, A.C. A qualidade do pescado e a segurança dos alimentos. In: **SIMPÓSIO DE CONTROLE DE PESCADO**. São Paulo, 2006. São Paulo, p.35, 2006.

SCHIRMER, B.C. et al. Caracterização da flora deterioração bacteriana em produtos de carne de porco marinados. **Journal of Applied Microbiology**, v.106, n. 6, p. 2106-2116, 2009. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/122221383/PDFSTART>>. Acesso em: 14 de agosto de 2012.

SCHNEE, R. **Budenheim Phosphates for Seafood Processing**. Folder de divulgação Chemische Fabrik Budenheim, p.11, 2004.

SHEARD, P.R.; TALI, A. A injeção de soluções salinas, tripolifosfato e marinada bicarbonato de melhorar o rendimento e a ternura de lombo de porco cozido. **Meat Science**, v.68, n.2, p.305-311, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.03.012>>. Acesso em: 20 de junho de 2012.

SILVA, L. P. **Avaliação do prazo de vida comercial de linguiça de frango preparada com diferentes concentrações de polifosfato**. 2004. 72 f.. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2004.

SUÑE, C. et al. Avaliação da composição físico-química de amostras de tilápia (*Oreochromis niloticus*). In: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**. Pelotas, 2009. Universidade Federal do Rio Grande: p.40, 2009.

SZPILMAN, M. **Peixes Marinhos do Brasil: guia prático de identificação**. Rio de Janeiro: Mauad, 2000.

TAPIA, D. **Tecnologia de produtos de origem animal**. 2007.63 f.. Tese (Mestrado em agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia 2007.

TAVARES, M.; AUED, S.; BACETTI, L. B; ZAMBONI, C, Q. **Métodos sensoriais, físicos e químicos para análise de pescado**. Editora Leopoldianum, p. 303, 1988.

TEICHER, H. Aplicação de fosfato em carnes e frutos do mar. **Revista aditivos e Ingredientes**, v. 5, p. 37-40, 1999.

THORARINSDOTTIR, K. A. et al. The effects of various salt concentrations during brine curing of cod. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 39, p.79-89, 2004.

TOLDRA, F. Alimentos musculares: água, estrutura e funcionalidade. **Food Science and Technology International**, v. 9, p. 173-177, 2003.

TURAN, H.; KAIA, Y.; ERKOYUNCU, I. Efeitos de glaze, embalagens e tratamento de fosfato na perda por gotejamento em truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), durante o armazenamento congelado. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Trabzon, v.3, p. 105-109, 2003.

UNAL, S. B. et al. Teoria Experimental e os fundamentos para a difusão de fosfato em carnes. **Journal of Food Engineering**, v. 65, p. 263-272, 2006.

VAN LAACK, R. L. J. M.; LIU, C. H.; SMITH, M. O.; LOVEDAY, H. D. Características da carne exsudativa pálida, mole de frango. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 8, p. 1061, 2000.

VARNAM, A. H; SUTHERLAND, J. P. Carnes e produtos de tecnologia, química e microbiologia. *Meat Science*, v.43, n.1, p. 78-79, 1995.

VIANA, A.G. Tecnologia de marinados, glazes e rubs. **Revista Nacional da Carne**, v.335, p. 64-68, 2005.

VIEIRA, P. C.; HAIMOVICI, M. **Idade e crescimento da pescada-olhada (*Cynoscion striatus*) no sul do Brasil**. Rio Grande: Atlântica, n. 15, p. 73-91, 1993.

VOLPATO, G et al. Cinética de difusão de cloreto de sódio em peito de frango (peitoral maior) durante a cura. **Journal of Food Engineering**, v.79, p.779-785, 2007.

XARGAYÓ, M. et al. Una solución definitiva para mejorar La textura de La carne. Departamento Tecnológico de Metalquimia. Disponível: <http://www.metalquimia.com/>. Acesso em: 19 de março de 2013.

ZHENG, M.; DETIENNE, N.A.; BARNES, B.W.; WUCKER, L. Rendimentos de peito de frango influenciados pelo tipo de fosfato e marinada concentração. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v.81, p. 82-87, 2000.